

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 57002826  
PUBLICATION DATE : 08-01-82

APPLICATION DATE : 09-06-80  
APPLICATION NUMBER : 55076627

APPLICANT : NACHI FUJIKOSHI CORP;

INVENTOR : ISHIHARA TAKAO;

INT.CL. : C21D 1/06 C21D 1/74 // C21D 6/00

TITLE : QUENCHING METHOD FOR STEEL

ABSTRACT : PURPOSE: To form a highly hard layer on surfaces without producing any stresses in internal structure by subjecting steel materials to surface nitriding treatment within a specific temp. range then slowly cooling the same and further quenching the materials.

CONSTITUTION: At the time of percolating nitrogen in the surfaces of steel materials to form a nitrided layer of high hardness, a gaseous ammonia atmosphere or further an atmosphere added with one or two more kinds out of gaseous petroleum such as propane, butane, and the like or carburization and reduction type gas and neutral gases of org. liquids such as modified endothermic gases, alcohols, esters, ketones, and the like is used. While the rate of supply of the gaseous atmosphere is being limited in the above-mentioned atmosphere, the steel materials are heated to A<sub>1</sub> point -850°C, so that their surface structure is austenitized. Next, they are slowly cooled down to the A<sub>1</sub> point -650°C temp. range, after which they are quench-hardened, by which the austenite is made into martensite and the inside is made into strong and tough ferrite structure, thereby making the strain-free quenching treatment possible.

COPYRIGHT: (C)1982,JPO&Japio

⑬ 日本国特許庁 (JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭57-2826

⑨ Int. Cl.<sup>3</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和57年(1982)1月8日

C 21 D 1/06

7217-4K

発明の数 1

1/74

7217-4K

審査請求 未請求

// C 21 D 6/00

7047-4K

(全 6 頁)

⑭ 鋼の焼入方法

富山市大宮町42番地の1

⑯ 特 願 昭55-76627

⑯ 発 明 者 石原孝夫

富山市大島2丁目443番地

⑰ 出 願 昭55(1980)6月9日

⑰ 出 願 人 株式会社不二越

富山市石金20番地

⑱ 発 明 者 竹内淳

⑱ 代 理 人 弁理士 河内潤二

富山市新金代1丁目66番地

⑱ 発 明 者 山住海守

明 細 書

1. 発明の名称

鋼の焼入方法

2. 特許請求の範囲

- (1) アンモニアガス単独からなる雰囲気中で、  
またはアンモニアガスに

① プロパン、ブタン等の石油ガス

② これを變成した吸熱ガス

③ アルコール類、エステル類、ケトン類  
等の有機液体で浸炭性かつ還元性のガス  
もしくは液体

④ 窒素、アルゴン等の中性ガス

上記①乃至④のうちから選ばれた1種もしくは  
は2種以上を添加した雰囲気中で、アンモニ  
アガスの供給量を制限しつつ鋼を $A_1$ 変態点以  
上で850℃以内の温度範囲内で加熱して、  
表面に窒素を浸透させた状態で表面部を完全  
にオーステナイト化し、内部はオーステナイ  
トまたはオーステナイトとフェライトの混合  
組織の状態にし、その後 $A_1$ 変態点以下で650℃

以内の温度範囲まで徐冷し、適当時間保持し、  
表面は窒素の影響でオーステナイトのままで  
あり、内部地質はフェライト組織にもし、  
その後急冷し表面のオーステナイト層をマル  
テンサイト層となし、比較的深い硬化層を有  
しながら、変形がきわめて少い鋼の焼入方法。

- (2) アンモニアガスを継続的に供給する特許請  
求の範囲第1項記載の鋼の焼入方法。

- (3) アンモニアガスを適当時間供給した後、ア  
ンモニアガスの供給を停止した状態で加熱を  
継続する特許請求の範囲第1項記載の鋼の焼  
入方法。

3. 発明の詳細な説明

この発明は鋼の新規な焼入方法、特に表面層に  
は機械部品等に要求される十分な硬度を与え内部  
地質は、主としてフェライトで浸炭焼入等よりは  
るかに歪発生が少い焼入方法に関するもので  
ある。

鋼の表面層のみを硬化し歪を防ぐために従来か  
ら多くの表面処理方法が行われている。その内、

高周波焼入は焼入可能な鋼材が限定されるし、また複雑な形状のものの焼入方法としては不向きである。また浸炭焼入は800℃～950℃のように $A_1$ 変態点以上の高い温度で加熱して炭素を浸透させるため処理時間は比較的短い、特に浅い浸炭層を得る場合には、硬化深さの精度が保持し難い。また、焼入時に内部がオーステナイトからフェライトに変化し、同時に急激な体積変化が起るため歪の発生が大きい。また従来の窒化処理は鋼を500℃～570℃の低い温度で処理するため鋼内部の相変化が起らず、歪の発生は少いが、硬さは窒化物および拡散層に因るものであり、表面に厚い硬化層を得ることは出来ない、そのため表面層の硬化度を高めるにはAl, W, Mo, Cr, Vなどの窒素との親和力の高い元素を添加することが必要である。

この発明は上述の問題点を解決するためになされたもので、従来の窒化処理と異なり鋼中に窒素を浸透させると、 $A_1$ 変態点が降下する現象およびオーステナイト状態で鋼中に窒素を浸透させて急

冷するとマルテンサイトが生成され硬度が上昇する現象を利用したものである。

$A_1$ 変態点以上で850℃以内の温度範囲で鋼を加熱すると、鋼の地質はオーステナイトまたはオーステナイト+フェライトの混合組織となる。ここで鋼の表面に窒素を浸透させると窒素の浸透が進むにつれて表面層の $A_1$ 変態点が降下し表面層は均一なオーステナイト組織となり内部はオーステナイトまたはオーステナイト+フェライトの混合組織の状態で保持される。その後、 $A_1$ 変態点(約723℃)から650℃の温度範囲まで徐冷すると表面層はオーステナイト組織のまま保持され、内部地質はフェライト組織に変化する。次いで急冷すると表面のオーステナイトはマルテンサイトに変化し、表面層のみ十分硬化し、内部のフェライトは変化を生じない。

この発明は、 $A_1$ 変態点以下の温度で加熱して窒素を浸透させ、その後急冷した場合は歪は極めて少ないが硬化深さが浅いし、また $A_1$ 変態点以上の温度で同様の処理をおこなうと、硬化深さは増す

が歪は大きくなるという、この両者の欠点をおさなうためになされたもので、 $A_1$ 変態点以上で850℃以内の任意の温度での処理によつて硬化深さを増し、その後 $A_1$ 変態点以下で650℃以内の任意の温度まで徐冷した後焼入することによつて歪を極力おさえたものである。

アンモニアガスの供給を制御する方法としては、低い分圧のアンモニアガスを継続して供給し所要時間加熱してから急冷する方法か、あるいは高い分圧のアンモニアガスを供給し途中でアンモニアガスの供給を停止しそのまま加熱を継続して拡散処理を施し、窒素量を低減、分散させてから急冷する方法のいずれかを用いる。ここで拡散処理をおこなう時期としては $A_1$ 変態点以下で650℃以内の任意の温度まで徐冷の後、適当時間保持して実施すればよい。(以下アンモニアガスの供給を断つて加熱する処理を拡散処理という。)

次に、この発明の実施例を図面を参照しながら説明する。雰囲気としてはアンモニアガス単独あるいはアンモニアガスに石油ガス類、変成した

吸熱ガス、アルコール類、エステル類、ケトン類等の有機液体で浸炭性かつ還元性のガスまたは液体および中性ガスのうち一種または数種を添加したものをを用いる。加熱温度は $A_1$ 変態点以上であるが850℃までの温度範囲で任意の温度に加熱しその後 $A_1$ 変態点以下であつて650℃までの温度範囲で任意の温度まで徐冷するものとする。

更に、本発明に係る焼入方法は例えばSPC, S25C, S45, SCr, SCM, SNCM, SUS, SUJ等の炭素鋼、合金鋼、その他特殊用途鋼等、種々の鋼種に対し好結果が得られたが、以下においては鋼種S45C材を主体にして説明する。

第1図、第2図は熱サイクル線図の一例で、第1図は上述の温度範囲内でアンモニアガス単独あるいは有機液体を添加した雰囲気中で加熱し、適当時間保持の後上述の温度範囲内に徐冷し、適当時間保持の後急冷する方法を、第2図は上述の温度範囲内でアンモニアガス単独あるいは有機液体を添加した雰囲気中で加熱し、適当時間保持した後、上述の温度範囲に徐冷し、適当時間保持しそ

の間にアンモニアガスの供給を断つた状態で加熱を続け拡散処理を施した後、急冷する焼入方法を示している。

第3図は鋼種S45Cをアンモニアガス0.9ℓ/min、メタノール10cc/minの雰囲気中で780℃で2時間処理した後、同一雰囲気中で700℃まで徐冷しその後30分間保持し次いで油冷した場合の硬さ分布図で表面から約0.23mmまで表面焼入としての有効深度が得られている。

第4図(ハ)は鋼種S45Cをアンモニアガス15ℓ/min、メタノール10cc/minの雰囲気中で780℃で2時間処理した後、同一雰囲気中で700℃まで徐冷しその後30分間保持し、次いで油冷した場合、(ロ)は鋼種S45Cを(ハ)と同一雰囲気中で780℃で2時間処理した後同一雰囲気中で700℃まで徐冷し次いでアンモニアガスの供給を断つた状態で30分間保持し、次いで油冷した場合の硬さ分布図である。

第3図および第4図に示した実施例は拡散処理を施さないかまたは施すかの違いであるが、その

区別はアンモニアの分圧にかゝっている。すなわちアンモニアの分圧が0.13気圧程度に低い場合は拡散処理を施す必要はなく鋼中に浸透した窒素量が適当で、しかも比較的均一で焼入時のオーステナイトからマルテンサイトへの変態が容易におこなりことが出来る。また、アンモニアの分圧が0.7気圧程度に高い場合は鋼中に浸透した窒素量が多く焼入時のオーステナイトからマルテンサイトへの変態が進行せず表面層に多量の残留オーステナイトを生ずる結果になりその部分の硬さの上昇が得られない、このような場合は拡散処理を施すことにより窒素を拡散せしめ、マルテンサイト変態を容易にすることが出来る。

第5図は鋼種S45Cをアンモニアガス15ℓ/min、メタノール10cc/minの雰囲気中で780℃で2時間処理した後、同一雰囲気中で700℃まで徐冷しその後30分間保持し次いで油冷した場合の組織写真を示す。

表面には極く薄い窒化物層(A)があり次いでオーステナイト層(B)、マルテンサイト層(C)、地質(D)と

なっている。

第6図は鋼種S45Cをアンモニアガス0.9ℓ/min、メタノール10cc/minの雰囲気中で780℃で2時間処理した後、同一雰囲気中で700℃まで徐冷しその後30分間保持し、次いで油冷した場合の組織写真を示す。表面には極く薄い窒化物層(A)があり次いでマルテンサイト層(C)、地質(D)となっている。

第7図は鋼種S45Cをアンモニアガス0.9ℓ/min、窒素ガス10ℓ/minの雰囲気中で780℃で2時間処理した後、同一雰囲気中で700℃まで徐冷し、その後30分間保持し、次いで油冷した場合の硬さ分布図を示す。

第8図は鋼種S45Cをアンモニアガス0.9ℓ/min、窒素ガス10ℓ/minおよびプロパンガス0.1ℓ/minの雰囲気中で780℃で2時間処理した後、同一雰囲気中で700℃まで徐冷し、その後30分間保持し、次いで油冷した場合の硬さ分布図を示す。

第9図は鋼種S45Cをアンモニアガス0.9ℓ/min、

アルゴンガス5ℓ/minの雰囲気中で、780℃で2時間処理した後、同一雰囲気中で700℃まで徐冷しその後30分間保持し、次いで油冷した場合の硬さ分布を示す。

第10図は鋼種S45Cをアンモニアガス0.9ℓ/minの雰囲気中で780℃で2時間処理した後、同一雰囲気中で700℃まで徐冷し、その後30分間保持し、次いで油冷した場合の硬さ分布図を示す。

第11図は鋼種S45Cをアンモニアガス0.9ℓ/minの雰囲気中で740℃、780℃、820℃、850℃で4時間処理した後、同一雰囲気中で700℃まで徐冷し、その後30分間保持し、次いで油冷した場合、表面硬さHV550が得られる硬化深さを示す。この処理方法で850℃以上での処理は勿論さしつかえないが同一のアンモニア分圧では硬化深さの増大が望めない。

第12図は鋼種S45Cをアンモニアガス0.9ℓ/minの雰囲気中で740℃、780℃、820℃、850℃で2時間処理した後同一雰囲気中で700℃まで徐冷し、その後30分間保持し、次いで油冷した場合

の内部硬さを(4)に示し、同一鋼種を窒素ガス中で740℃、780℃、820℃、850℃で30分保持し油冷した場合の硬さの程度を(5)に示す。硬さの上昇は地質の相変化を意味し、歪の発生により変形を生ずることになる。すなわち、例えば780℃で窒素ガス中で加熱して焼入れるとかたさはHV350となり、組織的には相変化が生じ歪が発生したことを意味する。一方、本発明の方法では780℃で窒素を浸透せしめてその後700℃まで徐冷する場合の内部かたさはHV210である。この場合は組織的には相変化が徐冷によつて改善され歪の発生をおさえることができる。

第13図は鋼種S45Cをアンモニアガス0.9ℓ/min、メタノール10cc/minの雰囲気中で780℃で2時間処理した後、同一雰囲気中で720℃、700℃、680℃、660℃、650℃まで徐冷しその後30分保持し次いで油冷した場合の表面層の硬さの程度の変化を示す。徐冷後の保持温度は720℃、700℃、680℃の場合は表面かたさをHV700以上を維持できるが、660℃ではHV670、650℃ではHV550とな

り更に650℃以下まで徐冷すると表面硬さを必要とする場合には不適當である。

第14図は鋼種S45Cの丸棒の熱処理変形試験結果を示す、(A)はこの発明によるアンモニアガス15ℓ/min、メタノール10cc/minの雰囲気中で780℃×1時間処理した後、同一雰囲気中で700℃まで徐冷し、次いでアンモニアの供給を断つた状態で、30分保持し次いで油冷したもの、(B)はアンモニアガス15ℓ/min、メタノール10cc/minの雰囲気中で750℃×1時間処理し引抜き750℃で1時間の拡散処理を施した後油冷したもの、(C)は吸熱性雰囲気ガス中で930℃×60分間浸炭処理を施した後、850℃で30分加熱し油冷したものである。丸棒の形状寸法は直径15mm、長さ100mmである。図中(4)は外径寸法変化を、(5)は長さ寸法変化を、(6)は最大曲りについて比較したもので、いずれの場合もこの発明による処理のものが変形は最も少ない。

鋼中に窒素を浸透させた状態でオーステナイト化した場合、多量の窒素がオーステナイト中に存

在すると、急冷時にオーステナイトを多く残留させるが、その部分の窒素濃度を拡散処理によつて調節するとオーステナイトはマルテンサイト化され良好な焼入組織が得られる。また稀薄なアンモニアガス雰囲気中で例えばアンモニアガスの分圧が0.13気圧程度で供給した場合は拡散処理を施さなくても急冷時にマルテンサイト化が可能である。更にこの発明ではA<sub>1</sub>変態点以上850℃程度に温度上昇させた状態で窒素を鋼中に深く浸透させ、その後A<sub>1</sub>変態点以下650℃以内の任意の温度まで徐冷保持することによつて内部組織をフェライトにもどすことができるので、窒素による変態硬化層を深くし、しかも、変形は極めて少いことを特徴とする新しい表面硬化処理方法である。

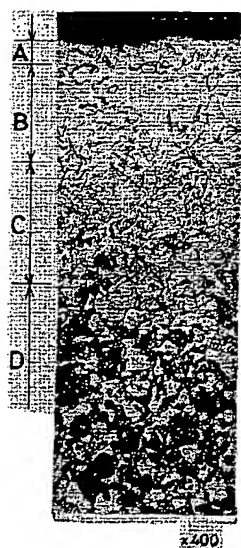
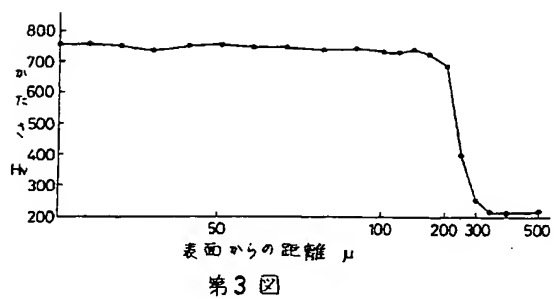
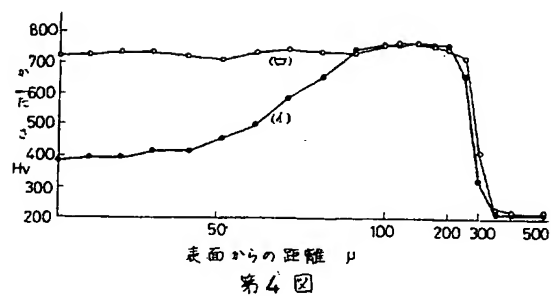
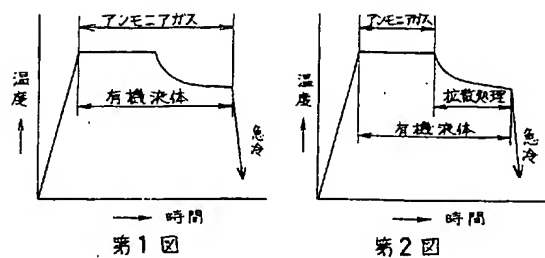
#### 4. 図面の簡単な説明

第1図および第2図はこの発明の焼入方法の熱サイクル線図、第3図、第4図、第7図、第8図、第9図および第10図はこの発明による被処理物の実施例の硬さ分布図、第5図、第6図はこの発明による被処理物の焼入れ後の表面部分の顕微鏡写

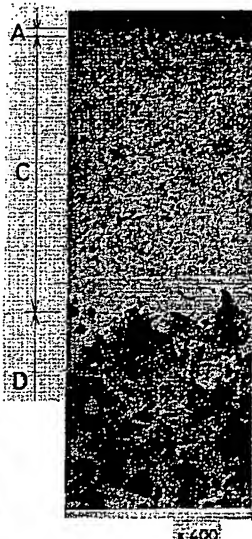
真、第11図はこの発明による被処理物の処理温度による硬化深さの変化図、第12図はこの発明による被処理物の処理温度による内部硬さと通常処理による内部硬さとの比較図、第13図はこの発明による被処理物の徐冷保持温度と表面かたさの関係図、第14図は丸棒の焼入処理による変形について本発明によるものと、徐冷保持処理を施さないもの、および浸炭焼入によるものとの比較図で、(4)は外径寸法、(5)は長さ寸法、(6)は最大曲り寸法の変化をそれぞれ示すものである。

- (A) …… 窒化化合物層
- (B) …… 残留オーステナイト層
- (C) …… マルテンサイト層
- (D) …… フェライト+パーライトの混合層

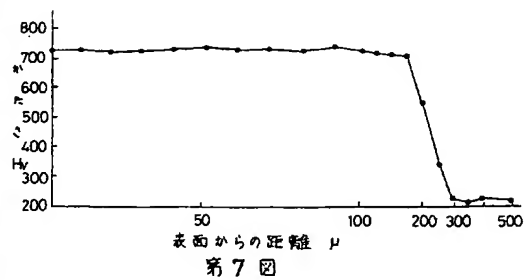
代理人弁理士 河 内 潤 二



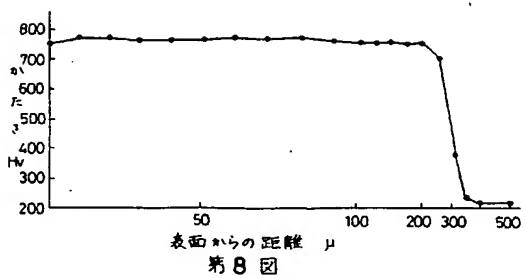
第5図



第6図



第7図



第8図

